

## Penentuan Rasio BOD/COD optimal pada reaktor Aerob, Fakultatif dan Anaerob

Arifani Rakhma Putri<sup>\*)</sup>, Ganjar Samudro<sup>\*\*)</sup>, Dwi Siwi Handayani<sup>\*\*)\*)</sup>

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jl. Prof Sudharto SH Tembalang Semarang

[arifani.rakhma.putri@gmail.com](mailto:arifani.rakhma.putri@gmail.com)

### ABSTRACT

*There are a variety of wastewater substances both organic and non-organic. The content of the wastewater can be harmful to living things when directly discharged into river or water bodies. Organic substances are safe for the environment is the end result in the wastewater treatment. BOD and COD are simple and important parameters for checking the content of organic matter. The BOD / COD ratio is an indicator of the impact of organic matter so that the required for the output of the wastewater treatment. The purpose of this study is to determine the BOD / COD ratio optimal in a good treatment for aerobic, facultative and anaerobic process by artificial Glucose monohydrate-Glacial Acetic Acid with batch reactor. The BOD / COD ratio optimum obtained in each process is the aerobic process that is at ratio of 0.1, the ratio of the facultative and anaerobic processes are at ratio 0.2 . But the most optimal among all the views from the best efficiency is the ratio of aerobic BOD / COD initial 0.1. The study is expected to be a reference because this study is a preliminary study with laboratory scale so that the need for further research to provide more optimal.*

*Keywords: BOD / COD ratio optimal, aerobic-facultative-anaerobic process, batch reactors*

### ABSTRAK

*Limbah terdapat bermacam zat baik organik maupun non-organik. Kandungan limbah tersebut dapat membahayakan bagi makhluk hidup apabila langsung dibuang ke badan air. Zat organik yang aman untuk lingkungan merupakan hasil akhir dalam sebuah pengolahan limbah. Parameter BOD dan COD merupakan parameter sederhana dan penting untuk pemeriksaan kandungan zat organik tersebut. Rasio BOD/COD merupakan indikator dampak output zat organik sehingga diperlukan untuk gambaran output suatu pengolahan limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa angka rasio BOD/COD optimal pada sebuah pengolahan baik dalam proses aerob, fakultatif dan anaerob menggunakan reaktor batch dalam skala eksperimental dan limbah artificial pencampuran antara Glukosa Monohidrat dan Asam Asetat Glasial. Rasio BOD/COD optimal yang didapatkan pada setiap proses adalah pada proses Aerob yang berada pada rasio 0,1, proses Fakultatif pada rasio 0,2 dan proses Anaerob yaitu rasio 0.2. Tetapi yang paling optimal diantara semua proses dilihat dari efisiensi yang paling baik adalah proses aerob dengan rasio BOD/COD awal 0,1. Studi ini diharapkan dapat menjadi referensi karena studi ini merupakan penelitian pendahuluan dengan skala laboratorium sehingga perlu adanya penelitian lanjutan untuk memberikan informasi yang lebih optimal.*

*Kata kunci : rasio BOD/COD optimal, Proses aerob-facultative, anaerob, reaktor batch*

### Pendahuluan

Suatu limbah terdapat bermacam-macam zat baik itu organik maupun non-organik. Pemeriksaan terhadap limbah sendiri terdiri dari tes fisik, kimia dan biologi. Parameter-parameter dasar yang biasanya diukur seperti COD, BOD<sub>5</sub>, pH, SS, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N (Henze, 2002). Diantara parameter-parameter tersebut menurut Mangkoedihardjo (2010) terdapat 2 parameter yang sederhana, parameter tersebut adalah COD dan BOD (Mangkoedihardjo, 2010). Parameter tersebut merupakan parameter utama dalam penentuan zat organik yang berada dalam limbah (Bitton, 1994) Pendegradasian suatu limbah diperlukan suatu

pengolahan. Pengolahan limbah dapat berupa kolam atau reaktor. Kolam atau reaktor tersebut didesain untuk menstabilkan limbah sebelum dibuang atau dilepas ke badan air. Proses biologi dan kimia-pun akan terjadi didalam reaktor atau kolam dimana bakteri akan mengurai bahan organik di dalam limbah untuk dijadikan sumber makanan mereka (Alex Norton et al, 2012).

Menurut Tchobanoglous (2003) Ada 3 proses yang berdasarkan kebutuhan oksigennya yang terjadi pada suatu pengolahan limbah. Pengolahan yang menggunakan sejumlah oksigen tersebut disebut pengolahan aerobik. Sedangkan pengolahan yang tidak membutuhkan oksigen dalam pengolahan

<sup>\*)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP Semarang

<sup>\*\*)\*)</sup> Dosen Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP Semarang

limbahnya yaitu pengolahan anaerobik dan diantara aerobik dan anaerobik terdapat suatu proses yang dinamakan fakultatif, suatu proses dimana dapat berjalan dengan atau tanpa oksigen sama sekali biasanya proses ini disebut proses peralihan karena berada diantara aerob dan anaerob. Limbah domestik lebih mudah terurai/terdegradasi secara biologis daripada limbah industri (A.Papadupouloz, 2001). Level degradasi untuk suatu limbah menggunakan rasio BOD/COD. Menurut Mangkoedihardjo (2010:235-239), Rasio BOD/COD tidak lebih dari sebuah indikator untuk dampak output dari zat organik yang berada pada air, limbah, lindi, kompos dan lain-lain baik dari alam maupun buatan. Ketika suatu limbah tingkat degradasinya semakin tinggi, maka rasio BOD/COD tersebut akan berbanding lurus menjadi semakin besar. Terdapat zona-zona pada rasio BOD/COD yang terbagi menjadi tiga, zona stabil, zona *biodegradable*, dan zona toksik. Rasio BOD/COD yang digunakan untuk proses biologis adalah di dalam range *biodegradable* yaitu 0,2-0,5 (Mangkoedihardjo, 2010). Hal serupa dinyatakan oleh (Fresenius et al, 1989) rasio BOD/COD antara 0,2 dan 0,5 dapat diolah dengan proses biologis, tetapi proses dekomposisinya lebih lambat karena mikroorganisme pengurai membutuhkan aklimatisasi dengan limbah tersebut.

Dari uraian diatas penentuan pengolahan didasarkan pada jenis limbah dan karakteristiknya untuk mendapatkan zat organik yang aman bagi lingkungan. Oleh karena itu BOD dan COD sebagai parameter dasar dari limbah juga akan mempengaruhi penentuan proses pengolahan sehingga rasio BOD/COD pun dapat menentukan proses pengolahan tersebut. Rasio BOD/COD yang diperlukan adalah rasio yang optimal di setiap pengolahannya agar efektif untuk mendegradasi limbah agar nantinya aman di buang ke badan air. Berdasarkan hal tersebut penulis tertarik untuk meneliti **Rasio BOD/COD optimal pada reaktor Aerob, Fakultatif dan Anaerob**

### Bahan dan Metodologi Penelitian

Penelitian terbagi menjadi tiga tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan penelitian dan tahap analisis data.

### Seeding

Mikroba atau dalam hal ini bakteri yang akan digunakan pada limbah buatan akan terlebih dahulu dibiakkan. Pengembangbiakan mikroorganisme tersebut dinamakan *seeding*. *Seeding* dilakukan dengan sistem diam-unggun (*batch*) di dalam botol air mineral merk Aqua 1500 mL. 2 botol Aqua digunakan dan dihubungkan dengan selang. 1 botol berfungsi untuk membiakkan bakteri, dan selang digunakan untuk penyalur gelembung gas yang dihasilkan oleh mikroba itu sendiri. Mikroorganisme dikultivasi dari starter tanah yang berbeda-beda.

Berikut merupakan sumber mikroba yang dikultivasi

1. Aerob : 100 ml lumpur aktif pada kolam Oxidation Ditch PT. Indofood Tbk.,
2. Fakultatif: Tanah 5 cm dibawah permukaan rumput
3. Anaerob: Tanah 10 cm dibawah permukaan rumput.

Mikroba memerlukan nutrisi yang berupa rasio C:N:P agar berkembangbiak dengan baik. Perbandingan rasio C:N:P yang diberikan untuk bakteri ini sebesar 100:5:1 untuk aerob dan 250:5:1 sesuai dalam jurnal Bashaar Y. Ammary. Bahan yang dipakai dalam pemberian nutrisi yaitu glukosa itu sendiri yang terkandung dalam limbah buatan sebagai C(Carbon), dan KNO<sub>3</sub> (Kalium Nitrat) sebagai sumber N( Nitrogen), KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> sebagai sumber P (Phospor). Berikut dokumentasi saat *seeding*. Pengembangbiakan mikroba juga tidak mudah untuk dilakukan dikarenakan mikroorganisme sendiri merupakan makhluk hidup yang sensitif sehingga memerlukan syarat tempat dan nutrisi yang cukup. Indikator *seeding* mikroba telah siap apabila setelah diberi nutrisi yang cukup terdapat gelembung-gelembung udara yang terdapat di botol tersebut sebagai bentuk hasil respirasi mereka yaitu CO<sub>2</sub>.



**Gambar 1** Rangkaian Botol yang digunakan untuk *seeding* mikroba

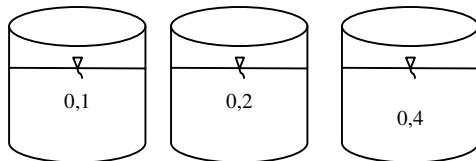
Sumber :Dokumentasi Pribadi, 2012

### Perakitan reaktor

- a. Miniatur Reaktor *Batch* aerob, fakultatif dan anaerob yang terbuat dari Botol Air Mineral kemasan 600 mL sebanyak 72 buah. Variasi Rasio BOD/COD menggunakan 0,1 ; 0,2 ; 0,4 yang mewakili zona rasio BOD/COD pada peruntukan *microbial*. Variasi rasio didapatkan dengan mencampurkan Glukosa Monohidrat dan Asam Asetat dengan perhitungan yang akan dijelaskan pada bab ini di sub bab pembuatan limbah *artificial* (buatan). Berikut ini

adalah rangkaian reaktor *batch* yang akan dibuat pada penelitian ini.

#### 1. Reaktor Aerob



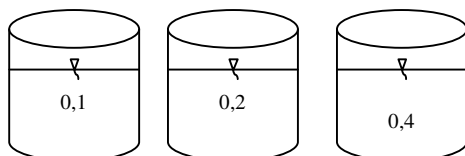
Keterangan : Setiap reaktor aerob diberikan 1 aerator yang dinyalakan secara kontinyu, Aerator yang digunakan pada reaktor aerob memiliki spesifikasi Air Pump RS-180 Aquarium dengan *voltage*: 220 V, *Frequency*: 50 Hz, *Power* : 3W, dan *capacity*: 2,5 L/menit

Berikut dokumentasi rangkaian reaktor aerob yang digunakan



**Gambar 2** Rangkaian Reaktor Aerob  
Sumber: *Dokumentasi Pribadi, 2012*

#### 2. Reaktor Fakultatif



Keterangan : Reaktor fakultatif ini botol dalam keadaan terbuka bagian atas botol dipotong dan ditutup oleh plastik yang berupa lembaran yang tidak terlalu menutup berukuran 14 cm x 9 cm .

Berikut dokumentasi reaktor fakultatif yang digunakan



**Gambar 3** Rangkaian Reaktor Fakultatif  
Sumber: *Dokumentasi Pribadi, 2012*

#### 3. Reaktor Anaerob

Reaktor anaerob dibuat tertutup, dipertahankan tidak ada oksigen dan ditutup dengan tutup karet.

Berikut dokumentasi reaktor anaerob yang digunakan :



**Gambar 4** Rangkaian Reaktor Anaerob  
Sumber: *Dokumentasi Pribadi, 2012*

#### Pembuatan Limbah *Artificial*

Limbah yang digunakan merupakan limbah buatan yang berasal dari bahan kimia yang berbau pro analisis (pa) atau murni. Penelitian ini tidak menggunakan studi kasus limbah domestik mana yang menjadi contoh untuk diteliti ini dimaksudkan karena menggunakan limbah buatan didapatkan konsentrasi yang diinginkan dan pencapaiannya dapat mendekati dengan yang kita inginkan daripada limbah asli. Konsentrasi disini yang ingin dicapai adalah konsentrasi rasio BOD/COD awal itu sendiri yang akan digunakan pada reaktor yang telah dibuat pada skala laboratorium. Nilai BOD didapatkan dari

glukosa monohidrat dan nilai COD menggunakan Asam Asetat Glisial (98-99,8%).

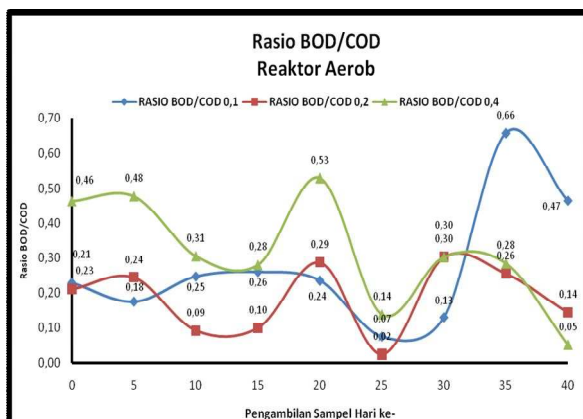
Pelaksanaan awal dilakukan uji pendahuluan terhadap bahan kimia tersebut untuk mengetahui rasio BOD/COD yang kita inginkan. Limbah yang digunakan berasal dari campuran *Glucose Monohydrate (pro-analis)* dengan aquadest untuk pembuatan limbah BOD sintetis 1000 mg/L ; 500 mg/L dan 250 mg/L. dan campuran Asam Asetat Glisial dengan aquadest untuk pembuatan COD sintetis 1000 mg/L ; 500 mg/L dan 250 mg/L. Hasil pencampuran Glukosa Monohidrat dan Asam Asetat Glisial ini yang kemudian dianalisis BOD dan COD-nya untuk mengetahui rasio BOD/COD itu sudah mendekati dengan yang kita inginkan atau belum. Setelah hasil tersebut mendekati konsentrasi yang kita inginkan, maka dihitung keperluan pembuatan untuk 72 reaktor. Volume limbah buatan yang dimasukkan ke dalam reaktor hari ke 0 (reaktor 0) dan hari 35-40 (reaktor 8) adalah 500 mL , sedangkan yang lain reaktor ke 2 sampai ke 7 volume limbahnya yaitu 300 mL.

### Running

Reaktor baru akan dijalankan selama 40 hari setelah melakukan uji pendahuluan dan *seeding* yang dinyatakan siap untuk dipakai atau dituangkan ke reaktor. Uji pendahuluan tersebut terdiri dari seeding dan uji konsentrasi rasio BOD/COD yang kita inginkan. Data penelitian diambil setiap hari untuk parameter pH, suhu dan DO dan setiap 5 hari sekali untuk analisis COD dan BOD.

## Hasil dan Pembahasan

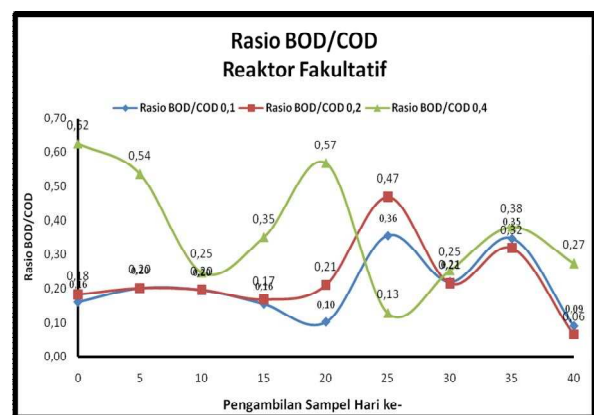
**Gambar 5 Grafik Rasio BOD/COD selama 40 hari pada Reaktor Aerob**



Gambar 5 diatas merupakan gambaran rasio BOD/COD yang didapat dalam 40 hari running. Rasio ini didapatkan dengan membagi antara konsentrasi BOD hasil dan COD hasil selama pengukuran yang dilakukan 5 hari sekali. Grafik ini bisa ditentukan rasio mana yang bisa dikatakan rasio BOD/COD

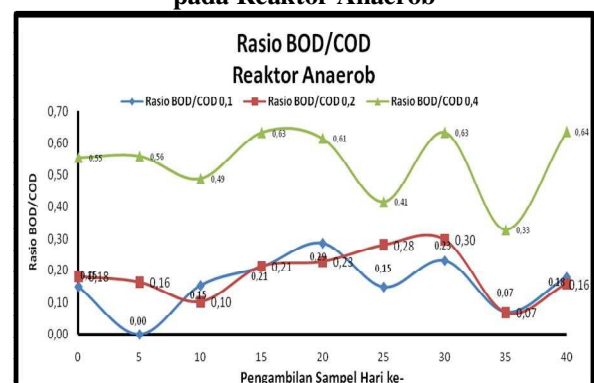
optimal dengan melihat naik turunnya grafik tersebut dan factor lingkungannya. Dari grafik 4.2, Rasio 0,1 lebih memperlihatkan keoptimalannya dari sudut pandang tidak terjadinya naik turun nilai rasio BOD/COD dan terlihat nilai rasio BOD/COD yang paling tinggi diperlihatkan oleh garis biru yang menyatakan pada rasio BOD/COD awal 0,1 saat hari ke-40 tingkat degradasi atau penguraian zat organikya tinggi.

**Gambar 6 Grafik Rasio BOD/COD selama 40 hari pada Reaktor Fakultatif**



Gambar 6 menggambarkan rasio BOD/COD yang terjadi pada 40 hari running. Rasio ini didapatkan dengan membagi antara konsentrasi BOD hasil dan COD hasil selama pengukuran yang dilakukan 5 hari sekali. Grafik ini bisa ditentukan rasio mana yang bisa dikatakan rasio BOD/COD optimal dengan melihat naik turunnya grafik tersebut. Rasio 0,1 dan rasio 0,2 naik turunnya rasio tidak jauh berbeda, ini diperlihatkan dengan lekukan garis pada grafik 6 tersebut. Hal ini berbeda dengan yang terjadi pada garis hijau yang berbeda sendiri lekukan garisnya. Kedua rasio tersebut dapat berarti lebih memperlihatkan kestabilannya pada hari ke 0 sampai dengan hari ke-20 dan yang menunjukkan keoptimalannya adalah rasio 0,2 karena dilihat dari rasio yang lebih tinggi diantara 0,1 dan 0,4.

**Gambar 7 Grafik Rasio BOD/COD selama 40 hari pada Reaktor Anaerob**



Gambar 7 diatas menggambarkan rasio BOD/COD yang terjadi pada waktu 40 hari running. Fluktuatif rasio ini berbeda-beda di setiap variasi rasio BOD/CODnya dan seperti proses fakultatif, variasi rasio 0,1 dan 0,2 hasil rasio tidak jauh berbeda kalau diinterpretasikan dengan grafik.

Perbedaan ini dapat dikaitkan dengan faktor lingkungan yang berperan serta di dalam reaktor yaitu pH, suhu dan DO(*Disolved Oxygen*)

## Kesimpulan

1. Rasio BOD/COD optimal yang didapatkan pada proses Aerob berada pada rasio 0,1, proses Fakultatif pada rasio 0,2 dan proses Anaerob yaitu rasio 0,2. Semua rasio sebenarnya dapat dipakai tetapi apabila dilihat dari efisiensi yang paling baik adalah proses aerob dengan rasio BOD/COD awal 0,1 sehingga dikatakan rasio yang paling optimal. Hasil ini belum merupakan hasil yang paten karena belum diuji coba atau diaplikasikan pada reaktor yang sebenarnya.
2. Keoptimalan rasio BOD/COD dipengaruhi oleh proses didalam reaktor. Hal ini didukung oleh hasil statistik dengan angka korelasi regresi linier sebesar 0,572 untuk BOD dengan hasil rasio dan proses, kemudian 0,683 untuk korelasi antara COD dengan hasil rasio dan proses di dalam reaktor.

## Daftar Pustaka

- A.Papadopoulos.2001. *Variations of COD/BOD ratio at different units of wastewater stabilization pond*. 7th International Conference on Environmental Science and Technology Ermoupolis, Syros island, Greece.
- Bashaar Y.Ammay. 2004. *Nutrients requirements in biological industrial wastewater treatment*. African Journal of Biotechnology vol 3(4) pp 236-238.
- Bitton, Gabriel. 1994. *Wastewater Microbiology*. New York: Willey-Liss Inc
- Fresenius, W., W. Schneider, B. Böhnke, and K. Pöppinghaus (eds.). 1989. *Waste Water*
- Ganjar Samudro dan Mangkoedihardjo. 2010. *Review on BOD,COD and BOD/COD ratio: A triangle zone for toxic, biodegradable and stable levels*. International Journal of Academic Research Vol.2 No.4 July
- Henze, Mogens. 2002. *Wastewater treatment biological and chemical processes Third Edition*.
- Moh. Nazir, Ph.D. *Metode Penelitian*. 1999. Jakarta: Ghalia Indonesia.

- Prof. Dr. Suharsini Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Prof.Dr.Sugiyono. 2008. *Statistika untuk penelitian*. Bandung: CV Alfabeta.
- Rusidi. 2002. *Kumpulan Materi Metlit* Bandung: Program Pasca Sarjana Ilmu Ekonomi dan Akuntansi UNPAD.
- Tchobanoglous. 2003. *Wastewater Engineering Treatment Disposal and Reuse 4th edition*. USA : Mc Graw Hill.